Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro MFER, veuillez visiter :
bacpromfer.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

MÉTIERS DU FROID ET DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

SESSION 2026

ÉPREUVE E2 : PRÉPARATION D'UNE INTERVENTION

Coefficient : 3 Durée : 3 heures

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Analyse de l'installation et de son contexte (4 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique et choix des équipements (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Préparation de la mise en service et de la maintenance préventive (4 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : Préparation d'une opération de maintenance corrective et prévention (5 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2, DT 3)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1, DR 2) : À RENDRE AVEC LA COPIE	Fin de sujet

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : FROID ATLANTIQUE SERVICES, ATELIER ET SITE CLIENT LES VERGERS DE L'AUBANCE, BRISSAC-LOIRE-AUBANCE (MAINE-ET-LOIRE)

Vous êtes technicien au sein de l'entreprise Froid Atlantique Services. Vous préparez l'installation, la mise en service et les opérations de maintenance d'une chambre froide positive destinée au stockage de fruits conditionnés sur le site Les Vergers de l'Aubance.

Le chantier porte sur une chambre de dimensions intérieures 6,00 m × 4,00 m × 2,80 m, maintenue à +2 °C. La température extérieure de calcul est de +32 °C. L'installation frigorifique fonctionne au R449A et comprend un groupe de condensation à air, un évaporateur ventilé, un détendeur thermostatique et un dégivrage électrique. La puissance frigorifique nécessaire calculée par le bureau d'études est de 4,80 kW au point de fonctionnement défini dans le DT 2.

Vous disposez des documents techniques DT 1 à DT 3. Les réponses sont à inscrire dans les documents réponse DR 1 et DR 2 ou directement dans la copie, selon la question. Les temps conseillés sont : partie 1, 45 minutes ; partie 2, 60 minutes ; partie 3, 35 minutes ; partie 4, 40 minutes.

PARTIE 1 : Analyse de l'installation et de son contexte (4 points)

Compétences C1 et C2 : repérer l'installation et exploiter les données du chantier

À l'aide du DT 1 et du DT 2, préparez la réalisation de l'installation frigorifique. Les indications de repérage du schéma permettent de suivre le circuit depuis le refoulement du compresseur jusqu'à son retour à l'aspiration.

Données principales du chantier

Paramètre	Valeur
Dimensions intérieures de la chambre	6,00 m × 4,00 m × 2,80 m
Température de consigne	+2 °C
Température extérieure de calcul	+32 °C
Puissance frigorifique nécessaire	4,80 kW
Fluide frigorigène	R449A

Données communiquées par le bureau d'études et le client.

1.1 (1,5 point) À partir du DT 1, nommez les éléments repérés 1 à 6 et indiquez, pour chacun, s'il appartient à la ligne haute pression ou à la ligne basse pression. Répondez dans le DR 1.

1.2 (1,5 point) La puissance frigorifique nécessaire est de 4,80 kW. Déterminez la marge de puissance, en kW et en pourcentage, offerte par le compresseur retenu dans le DT 2. Utilisez la relation $\text{marge} = P_{\text{compresseur}} - P_{\text{besoin}}$, puis $\text{marge en } \% = \frac{\text{marge}}{P_{\text{besoin}}} \times 100$.

1.3 (1 point) La charge totale en R449A est de 4,20 kg. À partir du DT 3, calculez la charge exprimée en tonnes équivalent CO_2. Indiquez si le seuil de 5 t éq. CO_2 mentionné dans ce document est atteint.

PARTIE 2 : Étude technologique et choix des équipements (7 points)

Compétences C2 et C3 : vérifier un choix technique et préparer les matériels

Les équipements doivent satisfaire les conditions de fonctionnement de l'installation et les données du cahier des charges. Les caractéristiques certifiées retenues pour l'étude sont réunies dans le DT 2. Les calculs seront présentés avec les unités et les étapes utiles.

Extrait des caractéristiques des évaporateurs

Référence	Puissance frigorifique	Nombre de ventilateurs	Dégivrage
EVP-45	4,50 kW	2	Électrique
EVP-50	5,00 kW	2	Électrique
EVP-60	6,00 kW	3	Électrique

Puissances frigorifiques données au point de sélection du projet.

2.1 (2 points) Choisissez l'évaporateur adapté au besoin de 4,80 kW en retenant le plus petit modèle dont la puissance est supérieure ou égale au besoin. Justifiez le choix par un calcul de marge de puissance en kW et en pourcentage du besoin. Indiquez la référence à reporter dans le DR 1.

2.2 (1,5 point) Le tronçon de conduite isolé de liquide traverse une zone à température ambiante de +32 °C. L'épaisseur d'isolant est de 19 mm et sa conductivité thermique vaut $\lambda = 0{,}036\ \text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Calculez la résistance thermique surfacique de l'isolant avec $R = \frac{e}{\lambda}$, en convertissant d'abord l'épaisseur en mètres. Donnez le résultat en $\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$, arrondi au centième.

2.3 (1,5 point) La masse de fluide frigorigène prévue est de 4,20 kg et le PRP du R449A fourni dans le DT 3 est de 1 397. Calculez la masse équivalente en tonnes de CO_2 à l'aide de $m_{\text{éq. CO}_2} = m_{\text{fluide}} \times PRP$, puis convertissez les kilogrammes en tonnes. Arrondissez au centième de tonne.

2.4 (2 points) Établissez, dans le DR 1, une liste de quatre matériels ou outils nécessaires à la préparation de la mise en service. Pour chacun, indiquez l'opération à laquelle il est destiné. Votre sélection doit couvrir au minimum le contrôle d'étanchéité, le tirage au vide, la mesure des grandeurs frigorifiques et le contrôle électrique.

PARTIE 3 : Préparation de la mise en service et de la maintenance préventive (4 points)

Compétences C1, C2 et C3 : organiser les contrôles et les opérations périodiques

La mise en service intervient après la pose des équipements, le raccordement des conduites et le contrôle de l'installation. Les objectifs de fonctionnement et les valeurs de référence sont fournis dans le DT 2. Vous préparez également une fiche de maintenance préventive pour la visite périodique du site.

Valeurs de référence en fonctionnement stabilisé

Grandeur	Valeur de référence
Température de la chambre	+2 °C
Température de saturation à l'évaporation	−8 °C
Surchauffe à la sortie de l'évaporateur	6 à 10 K
Température de saturation à la condensation	+40 °C
Sous-refroidissement en sortie de condenseur	5 à 8 K

Conditions de référence à comparer aux relevés de l'installation.

3.1 (2 points) Dans le DR 2, proposez quatre opérations de maintenance préventive adaptées à cette installation. Pour chaque opération, précisez l'organe concerné et un contrôle ou résultat attendu. Votre réponse doit inclure le condenseur, l'évaporateur, les évacuations de condensats et les connexions électriques.

3.2 (2 points) Rédigez dans le DR 2 une chronologie de quatre contrôles à effectuer lors de la mise en service, depuis l'inspection préalable jusqu'à la vérification du fonctionnement stabilisé. Pour chaque contrôle, indiquez une valeur ou un critère d'acceptation tiré des données fournies dans le sujet.

PARTIE 4 : Préparation d'une opération de maintenance corrective et prévention (5 points)

Compétences C1, C2 et C3 : exploiter un diagnostic et préparer une intervention en sécurité

Lors d'une visite, le client signale une remontée progressive de la température de la chambre. L'installation est en fonctionnement stabilisé depuis 20 minutes. Les relevés figurent dans le DT 3. Ils doivent être comparés aux valeurs de référence du DT 2 avant de préparer l'intervention corrective.

Relevés effectués sur l'installation en défaut

Grandeur mesurée	Valeur relevée	Valeur de référence
Température de la chambre	+7 °C	+2 °C
Température de saturation à l'évaporation	−12 °C	−8 °C
Température de la conduite d'aspiration en sortie d'évaporateur	+4 °C	À exploiter pour calculer la surchauffe
Température de saturation à la condensation	+41 °C	+40 °C
Température du liquide en sortie de condenseur	+34 °C	À exploiter pour calculer le sous-refroidissement
Différence de température entre l'entrée et la sortie du filtre déshydrateur	3 K	Écart anormal si supérieur à 1 K

Mesures relevées par un technicien habilité, en fonctionnement stabilisé.

4.1 (2 points) Calculez la surchauffe et le sous-refroidissement à partir des relevés du DT 3. Utilisez $\text{surchauffe} = T_{\text{aspiration}} - T_{\text{sat. évaporation}}$ et $\text{sous-refroidissement} = T_{\text{sat. condensation}} - T_{\text{liquide}}$. Comparez les résultats aux plages du DT 2 et identifiez l'organe présentant l'indice de défaut le plus probant.

4.2 (2 points) À partir des indices disponibles, formulez un diagnostic probable et proposez une action corrective préparée, sans effectuer les gestes de réparation. Indiquez les contrôles qui devront confirmer le retour à un fonctionnement conforme. Inscrivez votre réponse dans le DR 2.

4.3 (1 point) Indiquez deux mesures de prévention à appliquer avant toute intervention sur le circuit frigorifique et sur les équipements électriques. Précisez l'habilitation ou la qualification requise à partir des informations du DT 3.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA DE PRINCIPE ET IMPLANTATION DES ÉQUIPEMENTS

Installation à détente directe au R449A, destinée à une chambre froide positive. Sens de circulation du fluide : compresseur, condenseur, réservoir liquide, filtre déshydrateur, voyant liquide, détendeur thermostatique, évaporateur, puis retour au compresseur. Le schéma est fonctionnel et non à l'échelle. Les dimensions d'implantation sont indiquées en mètres. Le tracé des conduites est représenté de façon schématique.

Dimensions intérieures de la chambre : longueur 6,00 m, largeur 4,00 m, hauteur 2,80 m. Le groupe de condensation est placé à l'extérieur, à 2,00 m de la façade de la chambre. L'évaporateur est fixé en partie haute de la paroi nord.

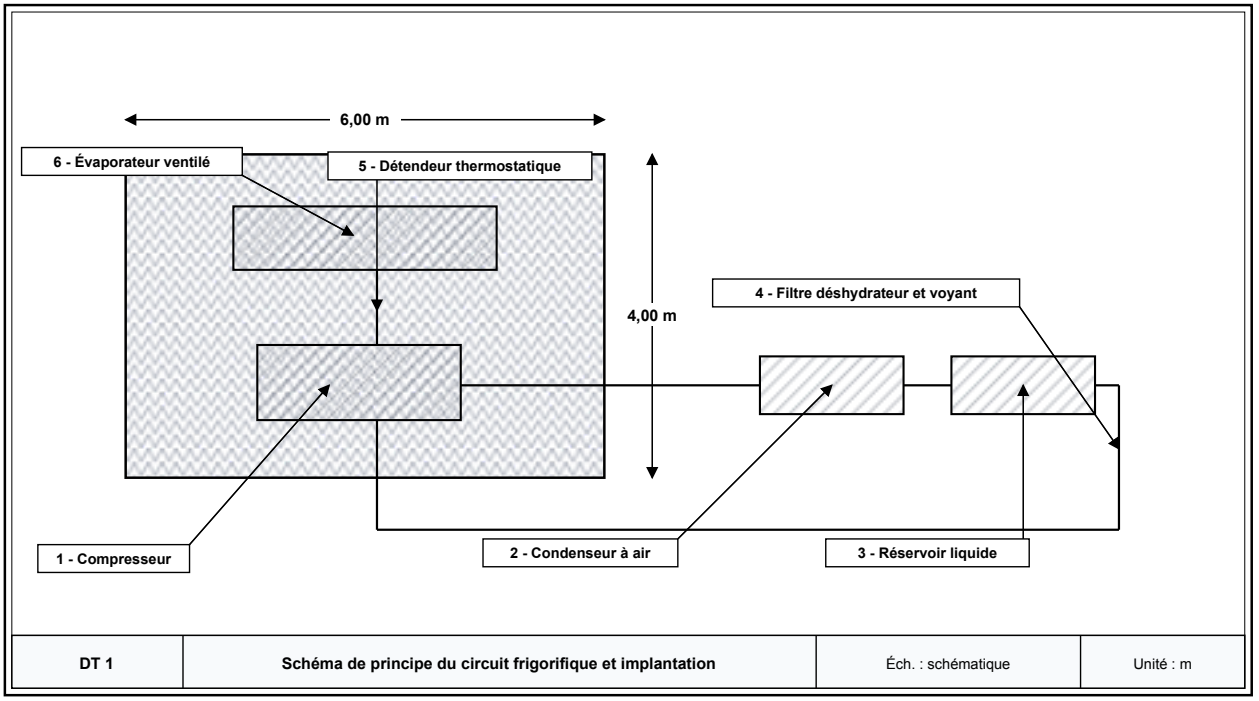


Schéma fonctionnel non à l'échelle. Les repères correspondent aux éléments du circuit.

DT 2 : CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS ET VALEURS DE RÉFÉRENCE

Les puissances indiquées ci-dessous sont celles retenues par le fabricant au point de sélection du projet : température d'évaporation −8 °C, température de condensation +40 °C et fluide R449A. La puissance frigorifique nécessaire à la chambre, calculée par le bureau d'études, est de 4,80 kW. Les valeurs de surchauffe et de sous-refroidissement sont des plages de fonctionnement de référence pour les contrôles demandés dans le présent dossier.

Fiche de sélection des équipements

Équipement	Référence ou donnée	Caractéristique
Compresseur	CMP-52	Puissance frigorifique : 5,20 kW au point de sélection
Évaporateur	EVP-45	Puissance frigorifique : 4,50 kW
Évaporateur	EVP-50	Puissance frigorifique : 5,00 kW
Évaporateur	EVP-60	Puissance frigorifique : 6,00 kW
Détendeur	TXV-04	Détendeur thermostatique sélectionné pour R449A, puissance nominale 5,0 kW
Conduite liquide	Cuivre frigorifique	Diamètre extérieur : 10 mm ; isolant : 19 mm
Isolant de conduite	Mousse élastomère	Conductivité thermique : 0,036 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$

Caractéristiques de sélection fournies pour le chantier.

Repères de fonctionnement

Grandeur	Valeur ou plage
Température de consigne de la chambre	+2 °C
Température de saturation à l'évaporation	−8 °C
Surchauffe à la sortie de l'évaporateur	6 à 10 K
Température de saturation à la condensation	+40 °C
Sous-refroidissement en sortie de condenseur	5 à 8 K

Références utilisées pour les questions de mise en service et de diagnostic.

DT 3 : DONNÉES DE RÉGLEMENTATION, SÉCURITÉ ET RELEVÉS DE DIAGNOSTIC

Extrait réglementaire fourni pour l'étude : pour les équipements contenant un gaz à effet de serre fluoré relevant de l'annexe I du règlement européen (UE) 2024/573, le seuil de 5 tonnes équivalent CO_2 est utilisé pour déterminer l'application des contrôles périodiques de fuite. Pour un équipement non hermétiquement scellé relevant de ce seuil, un contrôle d'étanchéité est prévu au moins tous les 12 mois en l'absence de dispositif de détection de fuite. La manipulation du fluide frigorigène est réservée aux personnes et entreprises disposant des attestations requises.

Données environnementales fournies pour le calcul : PRP du R449A = 1 397. La charge de l'installation est de 4,20 kg. Le circuit de ce chantier est un circuit non hermétiquement scellé et ne possède pas de dispositif de détection de fuite.

Consignes de sécurité du site : avant une intervention électrique, identifier les sources d'énergie, mettre hors tension selon la procédure de consignation de l'établissement, condamner l'organe de coupure et vérifier l'absence de tension avec un vérificateur adapté. La consignation est réalisée par une personne habilitée pour cette opération. Toute intervention sur le circuit frigorifique nécessite la récupération du fluide dans un contenant adapté et l'intervention d'un

opérateur disposant de l'attestation d'aptitude requise. Le port des équipements de protection adaptés aux risques identifiés est obligatoire.

Pour le diagnostic, un écart de température supérieur à 1 K entre l'entrée et la sortie du filtre déshydrateur est considéré, dans les données du présent sujet, comme un indice d'obstruction à vérifier. Les relevés de la partie 4 sont effectués en régime stabilisé.

Relevés de fonctionnement pour le diagnostic

Grandeur	Valeur relevée	Référence ou critère
Température de la chambre	+7 °C	Consigne : +2 °C
Température de saturation à l'évaporation	−12 °C	Référence : −8 °C
Température d'aspiration en sortie d'évaporateur	+4 °C	À comparer à la saturation pour calculer la surchauffe
Température de saturation à la condensation	+41 °C	Référence : +40 °C
Température du liquide en sortie de condenseur	+34 °C	À comparer à la saturation pour calculer le sous-refroidissement
Écart de température aux bornes du filtre déshydrateur	3 K	Indice à vérifier si supérieur à 1 K

Relevés du technicien sur l'installation signalée en défaut.

Équipements et moyens de prévention à prévoir

Opération	Moyen ou exigence
Contrôle d'étanchéité	Détecteur adapté au fluide et matériel de contrôle conforme à la procédure de l'entreprise
Tirage au vide	Pompe à vide et vacuomètre
Mesures frigorifiques	Manifold adapté au fluide, sondes de température et matériel de mesure en bon état
Contrôle électrique	Vérificateur d'absence de tension adapté et procédure de consignation du site
Intervention sur le fluide	Opérateur disposant de l'attestation d'aptitude requise et matériel de récupération adapté

Sélection des moyens en fonction des opérations préparées.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 1.1, 2.1 et 2.4 | **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les tableaux. Les réponses doivent être lisibles et les unités précisées pour les calculs.

Repérage des éléments du circuit

Repère	Nom de l'élément	Ligne haute ou basse pression
1	.....	.....
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....
5	.....	.....
6	.....	.....

Choix de l'évaporateur

Référence retenue	Puissance choisie en kW	Marge en kW	Marge en % du besoin
.....	.....	.....	.....

Matériels et outils à préparer pour la mise en service

Matériel ou outil	Opération correspondante
.....	Contrôle d'étanchéité
.....	Tirage au vide
.....	Mesure des grandeurs frigorifiques
.....	Contrôle électrique

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 3.1, 3.2 et 4.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les tableaux de préparation. Pour les contrôles de mise en service, indiquez des critères issus des documents fournis. Pour le diagnostic, reliez les indices observés à l'action corrective envisagée.

Préparation de la maintenance préventive

Organe concerné	Opération préventive	Contrôle ou résultat attendu
Condenseur	.....	.....
Évaporateur	.....	.....
Évacuations de condensats	.....	.....
Connexions électriques	.....	.....

Chronologie des contrôles de mise en service

Ordre	Contrôle à effectuer	Critère ou valeur d'acceptation
1	.....	.....
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....

Diagnostic et préparation de l'action corrective

Indice relevé	Interprétation	Action ou contrôle à préparer
.....	.....	.....
.....	.....	.....
Diagnostic probable	.....	.....
Vérification après intervention	.....	.....

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.